



Docket No.: P2001,0358

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313 20231.

By:  Date: December 4, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/718,775
Applicant : Holger Hübner
Filed : November 21, 2003
Art Unit : to be assigned
Examiner : to be assigned

Docket No. : P2001,0358
Customer No.: 24131

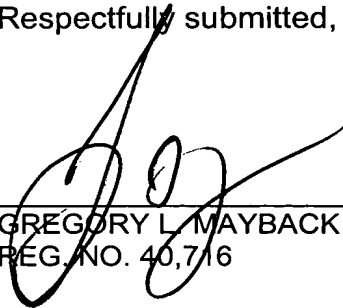
CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop: Missing Parts
Hon. Commissioner for Patents,
Alexandria, VA 22313-1450
Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 24 770.2 filed May 21, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



GREGORY L. MAYBACK
REG. NO. 40,716

Date: December 4, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/mjb



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 24 770.2

Anmeldetag: 21. Mai 2001

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Kontaktierung eines elektrischen Bauelementes mit einem eine Leiterstruktur aufweisenden Substrat

IPC: H 01 L 21/60

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoiß

Beschreibung

Verfahren zur Kontaktierung eines elektrischen Bauelementes mit einem eine Leiterstruktur aufweisenden Substrat

5

Bei der Kontaktierung elektrischer Bauelemente, insbesondere Halbleiterbauelemente (Chips), auf Substraten werden meist relativ teure Substratmaterialien, wie zum Beispiel flexible Folienträger aus Kunststoff, und teure elektrisch leitende Klebstoffe verwendet. Viele derartige Kleber brauchen zum Aushärten aber bereits höhere Temperaturen, bei denen das Kunststoffmaterial des Folienträgers beschädigt wird oder eine darauf aufgebraachte Metallisierung abgelöst wird.

10

15

Anzustreben ist die Verwendung billiger Lötverfahren zur Kontaktierung des Bauelementes auf dem Substrat, da diese gegenüber den elektrisch leitenden Klebern kostengünstiger sind. Lötverfahren erfordern aufgrund ihrer hohen Fügetemperaturen jedoch besonders temperaturfeste und somit teure Substratmaterialien.

20

25

30

35

Eine weitere Schwierigkeit tritt auf, wenn die Oberfläche des Substrates, auf die das elektrische Bauelement kontaktiert werden soll, Unebenheiten aufweist, die die Höhe der Lotschicht übersteigt. Insbesondere dann, wenn die Lotschicht nicht nur die mechanische Befestigung des Bauelementes sicherstellen soll, sondern auch zur Herstellung von elektrisch leitenden Kontakten dient, kann die flüssige Lotphase das Volumen der Hohlräume unter dem Bauelement nicht mehr vollständig füllen, so daß offene elektrische Kontakte auftreten können. Bei herkömmlichen Kontaktierungsmethoden mit Leitklebern oder Lotkugeln (Lotbumps), die eine Höhe von 30 bis 100 μm aufweisen, werden Unebenheiten im Bereich weniger μm mühelos ausgeglichen. Bei der Verwendung dünner Lotschichten können die oben genannten Probleme auftreten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Kontaktierung eines elektrischen Bauelementes mit einem mit einer Leiterstruktur versehenen Substrat anzugeben, das bei einer unebenen Oberfläche des Substrates unabhängig von der Dicke eines Verbindungsmittels eine dauerhafte elektrisch leitende Verbindung ausreichender Leitfähigkeit liefert.

Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Verbindungsmittel, vorzugsweise ein metallisches Lotmaterial aus mindestens zwei metallischen oder halbleitenden chemischen Elementen, zwischen das elektrische Bauelement und die Leiterstruktur des Substrates gebracht. Dieses Lotmaterial ist so beschaffen, daß es einen Schmelzpunkt aufweist, der unterhalb einer für die Widerstandsfähigkeit des Substrates kritischen Temperatur liegt. Die Fügetemperatur bei der Kontaktierung wird derart gewählt, daß das Substrat unter Ausübung eines Drucks auf das elektrische Bauelement eine plastische Verformung erfährt, so daß das Bauelement zusammen mit der Leiterstruktur formschlüssig in das Substrat gedrückt wird.

Gemäß der Erfindung wird die Fügetemperatur bewußt über die Glas-temperatur des Substrates erhöht, so daß das Bauelement so lange in das Substrat gedrückt werden kann bis die Unebenheiten der Substratoberfläche ausgeglichen sind. Da zumindest Teile der Leiterstruktur, welche unter dem Bauelement gelegen sind, bei diesem Vorgang mit in das Substrat gedrückt werden, muß die Leiterstruktur derart elastisch sein, daß sie nicht bricht oder reißt. Aufgrund der nur geringen Unebenheiten der Oberfläche des Substrates sind die üblichen Leiterbahnen aus Kupfer oder Nickel ausreichend dehnbar oder stauchbar.

35

Bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Substrat aus einem weichen Material verwendet, das einen

Schmelzpunkt unterhalb von 120°C aufweist. Das Material kann beispielsweise aus PVC (Polyvinylchlorid), PET (.....) oder dergleichen bestehen. Substrate aus diesem Material sind sehr weich, haben einen niedrigen Schmelzpunkt und sind darüber
5 hinaus auch sehr kostengünstig.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann verwendet werden, um ein elektrisches Bauelement rein mechanisch mit dem Substrat zu verbinden oder um elektrische Kontakte des Bauelementes direkt mit entsprechenden Kontaktstellen, die Teil der Leiterstruktur auf dem Substrat sind, zur Herstellung einer elektrisch leitenden Verbindung zu kontaktieren.
10

In der erst genannten Alternative könnte die Herstellung einer elektrisch leitenden Verbindung beispielsweise über Bonddrähte erfolgen. Der Begriff Kontaktierung ist dann dahingehend zu verstehen, daß über die gesamte Verbindungsfläche des Bauelementes eine gleichmäßige und damit gegen Ablösungen sichere mechanische Verbindung zwischen Bauelement und Substrat
15 20 gewährleistet ist.

Im letzteren Fall wird das Verbindungsmittel zwischen einen Kontakt des elektrischen Bauelementes und die entsprechenden Kontaktstellen des Leiterzuges gebracht. Vorzugsweise werden die Parameter des Verfahrens derart gewählt, daß das Verbindungsmittel zum Erstarren gebracht wird, bevor die plastische Verformung des Substrates einsetzt. Dieses Vorgehen weist den Vorteil auf, daß laterale Materialbewegungen des Substrates während der elastischen Verformung die Lage der Kontaktstellen nicht mehr verschieben können. Eine derartige Verschiebung könnte die elektrisch leitende Verbindung zwischen Bauelement und Substrat gegebenenfalls beeinträchtigen, indem entweder keine Verbindung hergestellt oder eine Verbindung zwischen nicht gewünschten Leitern erfolgt. Würden die lateralen Materialbewegungen des Substrates nicht begrenzt werden, müßten die Abstände der Kontaktstellen und Leiterbahnen
25 30 35

vergrößert werden. Dies würde jedoch einen größeren Flächenbedarf nach sich ziehen.

Als Verbindungsmittel wird vorzugsweise ein Lotmaterial aus
5 mindestens zwei elementaren Metallen oder Halbleitermaterialien verwendet. Das geschmolzene Lotmaterial ist vorzugsweise so beschaffen, daß es eine Legierung oder intermetallische Verbindung oder Phase mit dem Metall der Metallschicht der Folie oder mit dem Metall des Kontaktes des Halbleiterbauelementes eingeht. Vorzugsweise liegt dieser Schmelzpunkt so
10 hoch, daß die Folie bei einem Versuch, die Lotverbindung zu schmelzen, unweigerlich beschädigt würde oder zumindest die Metallschicht von der Folie abgelöst und so die gesamte Anordnung unbrauchbar würde.

15 Ein Lotmaterial, das hierfür besonders geeignet ist, ist eine Zusammensetzung - d. h. eine Mischung aus mindestens und vorzugsweise zwei Komponenten, die ein Gemisch, eine Legierung oder eine stöchiometrische Verbindung bilden - , deren Anteile
20 so gewählt sind, daß die Zusammensetzung an einem eutektischen Punkt oder zumindest in der Nähe eines eutektischen Punktes liegt. Für diese Wahl der Zusammensetzung gilt nämlich, daß sich bei jeder Änderung der Anteile der Komponenten der Schmelzpunkt der Zusammensetzung erhöht. Beim Schmelzen
25 des Lotmaterials wird eine Legierung oder eine intermetallische Verbindung hergestellt, die einen Anteil des Metalls der Metallschicht der Folie oder des Kontaktes des Halbleiterbauelementes enthält, so daß die Zusammensetzung des die elektrisch leitende Verbindung bildenden Materials von dem Eutektikum der ursprünglichen Zusammensetzung des Lotmaterials
30 so wesentlich verschieden ist, daß der Schmelzpunkt erheblich höher liegt, insbesondere über den für die Folie unschädlichen Temperaturen. Als näherungsweise eutektische Zusammensetzung sei hier eine Zusammensetzung definiert, die einen
35 Schmelzpunkt aufweist, der sich höchstens um 10°C von der Temperatur des Eutektikums unterscheidet.

Als mögliches Lotmaterial, vorzugsweise in Verbindung mit einer Metallschicht der Folie aus Kupfer oder Nickel, kommt vorrangig ein Material in Frage, das Bismut (Wismut, chemisches Zeichen Bi) enthält. Eutektische oder näherungsweise eutektische (Temperaturunterschied zum Eutektikum höchstens 10°C) Zusammensetzungen, die das Gewünschte leisten, sind Materialien aus der Gruppe von Zusammensetzung aus Bismut und Indium, Zusammensetzung aus Bismut und Zinn und Zusammensetzung aus Indium und Zinn.

Alternativ könnte auch ein thermoplastischer Kleber verwendet werden, der erstarrt bevor die plastische Verformung des Substrates einsetzt. Die Verwendung eines thermoplastischen Klebers stellt daneben noch eine Versiegelung der Kontaktstellen sicher.

Zur Erwärmung der Anordnung aus dem Bauelement und dem Substrat kommen ein im Infrarot-Bereich arbeitender Laser oder ein Laser mit einer Wellenlänge $< 1 \mu\text{m}$ in Betracht. Der im Infrarot-Bereich betriebene Laser erwärmt von der von dem Bauelement abgewandten Seite des Substrates her die metallischen Elemente, wodurch zunächst das Lotmaterial zum Schmelzen gebracht wird. Nach dem Abschalten des Lasers erstarrt das Lotmaterial. Die im Metall gespeicherte Wärme ist jedoch ausreichend, um das benachbarte Substrat zu erwärmen, wodurch dieses plastisch verformbar wird. Mit dem mit einer Wellenlänge $< 1 \mu\text{m}$ betriebenen Laser wird das elektrische Bauelement erwärmt. Bei ausreichend langer Bestrahlung wird das Lotmaterial zunächst zum Schmelzen gebracht. Nach dem Abschalten des Lasers erstarrt das Lotmaterial, wobei die im Bauelement gespeicherte Wärme das benachbarte Substratmaterial ausreichend erwärmt, um unter Ausübung eines Drucks auf das Bauelement die plastische Verformung des Substrates zu bewirken.

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung wird anhand der nachfolgenden, nur schematischen Figuren weiter erläutert. Es zeigen:

5 Figur 1 ein Bauelement und ein unebenes Substrat vor der Kontaktierung und

Figur 2 ein Bauelement, das auf ein unebenes Substrat kontaktiert wurde.

10

Figur 1 zeigt ein elektrisches Bauelement 2, das über einem Substrat 1 positioniert ist. Auf der dem Bauelement 2 zugewandten Oberfläche des Substrates 1 befindet sich eine Leiterstruktur mit Leiterzügen 3 und Kontaktstellen 4. Exemplarisch sind in dem Beispiel nur zwei Leiterzüge mit einer jeweiligen Kontaktstelle dargestellt. Aus der perspektivischen Figur nicht sichtbar ist, daß das Bauelement 2 auf seiner dem Substrat zugewandten Hauptseite zwei korrespondierende Kontakte aufweist.

20

Die dem Bauelement 2 zugewandte Oberfläche des Substrates 1 weist eine Unebenheit in Form einer exemplarischen Stufe auf. Die Stufe ist aus Gründen der Übersichtlichkeit überhöht dargestellt und wird in Wirklichkeit wesentlich weniger stark ausgeprägt ausfallen. Die Stufe muß auch nicht - wie vorliegend dargestellt - rechtwinklig zu der Oberfläche des Substrates ausgebildet sein.

25

Wie aus der Figur 1 ersichtlich ist, würde beim konventionellen Kontaktieren ein Teil des Bauelementes 2 auf dem oberen Teil der Stufe zum Liegen kommen, während der andere Bereich über die Stufe hinaus stehen würde. Sofern ein Lotmaterial verwendet wird, das dicker als die Höhe der Stufe ist, kann dieser Höhenunterschied ohne Weiteres ausgeglichen werden.

30

35 Wird jedoch ein Verbindungsmittel eingesetzt, das dünner als die Höhe der Stufe ist, ergibt sich ohne weitere Maßnahmen eine instabile Anordnung, durch die das Bauelement selbst

durch mechanische Spannungen oder die elektrisch leitende Verbindung zwischen den Kontaktstellen 4 und den entsprechenden Kontakten des Bauelementes beeinträchtigt werden könnten.

- 5 Erfindungsgemäß wird zur Kontaktierung zunächst auf die Kontaktstellen des Substrates 1 und/oder auf die Kontakte des Bauelementes 2 das Lotmaterial aufgebracht. Anschließend wird das Bauelement 2 mit der Oberfläche des Substrates in Kontakt gebracht, ein Druck auf das Bauelement ausgeübt und die An-
- 10 ordnung anschließend erwärmt. Die Erwärmung kann beispielsweise mit einem Laser erfolgen. Bei Verwendung eines niedrigschmelzenden Lotmaterials, wie z.B. einer BiIn-Legierung, einem InSn-Eutektikums oder einer intermetallischen Phase (zum Beispiel BiIn), schmilzt das Lot und erstarrt noch bevor das
- 15 Substrat soweit erwärmt ist, daß es schmilzt. Erst nach dem Erstarren des Lotmaterials setzt die plastische Verformung des Substrates ein, wodurch das Bauelement zusammen mit den darunter gelegenen Leiterzügen 3 formschlüssig in das Substrat hineingedrückt wird. Das Ergebnis ist in Figur 2 dargestellt.
- 20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontaktierung eines elektrischen Bauelementes (2), insbesondere eines Halbleiterbauelementes, auf einem
5 eine Leiterstruktur (3) aufweisenden Substrat (1), bei dem
in einem ersten Schritt ein Verbindungsmittel, dessen
Schmelzpunkt bei einer Temperatur liegt, bei der das Substrat
nicht beschädigt wird, zwischen das elektrische Bauelement
und der Leiterstruktur (3) des Substrates gebracht wird, und
10 in einem zweiten Schritt das Verbindungsmittel zum Schmelzen
und anschließenden Erstarren gebracht wird, so daß eine dauerhafte elektrisch leitende Verbindung hergestellt wird, wobei die Fügetemperatur derart gewählt wird, daß das Substrat
(1) unter Ausübung eines Drucks auf das elektrische Bauelement
15 (2) eine plastische Verformung erfährt, so daß das elektrische Bauelement zusammen mit der Leiterstruktur (3) form-schlüssig in das Substrat (1) gedrückt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
20 die Leiterstruktur zumindest einen Leiterzug (3) und zumindest eine Kontaktstelle (4) aufweist und das Verbindungsmittel zwischen einen Kontakt des elektrischen Bauelementes (2) und eine Kontaktstelle des Leiterzuges (3) gebracht wird.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem
das Verbindungsmittel zum Erstarren gebracht wird, bevor die
plastische Verformung des Substrates (1) einsetzt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem
30 ein Substrat aus weichem Material mit einem Schmelzpunkt unterhalb 120°C verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem
das Substrat aus PVC (Polyvinylchlorid) oder PET () besteht.

35

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem

als Verbindungsmittel ein Lotmaterial aus mindestens zwei verschiedenen elementaren Metallen oder Halbleitermaterialien verwendet wird.

5 7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem ein Lotmaterial verwendet wird, das Bismut enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem ein Lotmaterial verwendet wird, das ein Material aus der
10 Gruppe von Zusammensetzung aus Bismut und Indium, Zusammensetzung aus Bismut und Zinn und Zusammensetzung aus Indium und Zinn ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem
15 ein Lotmaterial verwendet wird, das eine intermetallische Verbindung oder Phase der Zusammensetzung BiIn oder BiIn_2 ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem
20 als Verbindungsmittel ein thermoplastischer Kleber verwendet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem zur Erwärmung der Anordnung aus dem Bauelement (2) und dem
25 Substrat (1) ein im Infrarot-Bereich arbeitender Laser verwendet wird, der durch das Substrat hindurch in Richtung des Bauelementes wirkt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem
30 zur Erwärmung der Anordnung aus dem Bauelement (2) und dem Substrat (1) ein Laser mit einer Wellenlänge $< 1 \mu\text{m}$ verwendet wird, der durch das Bauelement hindurch in Richtung des Substrates strahlt.

Zusammenfassung

Verfahren zur Kontaktierung eines elektrischen Bauelementes mit einem eine Leiterstruktur aufweisenden Substrat

5

Zur Kontaktierung eines elektrischen Bauelementes (2), insbesondere eines Halbleiterbauelementes, auf einem eine Leiterstruktur (3) aufweisenden Substrat (1) wird die Fügetemperatur derart gewählt, daß das Substrat (1) unter Ausübung eines Drucks auf das elektrische Bauelement (2) eine plastische Verformung erfährt, so daß das elektrische Bauelement zusammen mit der Leiterstruktur (3) formschlüssig in das Substrat (1) gedrückt wird. Zur Herstellung der Verbindung zwischen dem Bauelement und dem Substrat wird vorzugsweise eine dünne Diffusionslotschicht verwendet, die bei Temperaturen verarbeitet werden kann, die unter dem Schmelzpunkt des Substrates liegt.

10

15

Figur 2

Bezugszeichenliste

- | | | |
|---|---|-------------------------|
| | 1 | Substrat |
| | 2 | Elektrisches Bauelement |
| 5 | 3 | Leiterzug |
| | 4 | Kontaktstelle |

